

KAJIAN KEBERINTANGAN ELEKTRIK ABU
TERBANG DARI DANDANG KILANG
KELAPA SAWIT

Mohd. Rashid Mohd. Yusof
Jabatan Kejuruteraan Kimia

Wan Mohd. Hanafi Wan Ismail
Jabatan Kejuruteraan Elektrik Kuasa

Universiti Teknologi Malaysia
54100 KUALA LUMPUR

Presented at:

5th. Symposium of Malaysian Chemical Engineers
Putra World Trade Center
Kuala Lumpur

27 - 28 June 1989

KAJIAN KEBERINTANGAN ELEKTRIK ABU TERBANG DARI DANDANG KILANG KELAPA SAWIT

Mohd. Rashid Mohd. Yusof
Jabatan Kejuruteraan Kimia

Wan Mohd. Hanapi Wan Ismail
Jabatan Kejuruteraan Elektrik Kuasa

Universiti Teknologi Malaysia
Jalan Semarak
54100 Kuala Lumpur

ABSTRAK

Penggunaan sisa tempurung dan sabut sawit sebagai bahanapi utama di dalam dandang kilang memproses buah kelapa sawit telah menimbulkan pencemaran zarah-zarah halus dalam bentuk abu terbang yang tidak mampu dikawal sepenuhnya oleh alat kawalan pencemaran udara siklon berbilang yang sedia ada di kilang tersebut.

Tinjauan awal mengenai sifat-sifat abu terbang tersebut menunjukkan bahawa penggunaan pemendak elektrostatik sebagai satu alat alternatif atau sekunder bagi mengawal pencemaran udara di kilang tersebut mungkin bersesuaian. Walau bagaimanapun kajian terperinci mengenai keberintangan elektrik abu terbang adalah penting untuk menentukan keberkesanan penggunaan pemendak elektrostatik di kilang tersebut. Kajian mengenai keberintangan abu terbang dari emisi dandang kilang memproses buah kelapa sawit tersebut seterusnya dibincangkan di dalam kertas kerja ini.

PENGENALAN

Pembakaran sisa sabut dan tempurung sebagai bahanapi untuk penjanaan elektrik/stim di dalam industri memproses buah kelapa sawit adalah satu langkah yang baik dalam rangka menjimatkan penggunaan tenaga di dalam industri tersebut. Ini dengan sendirinya telah menjadi satu faktor utama yang menggalakkan industri ini berkembang dengan lebih pesatnya di negara ini. Walau bagaimanapun pembakaran hampas sabut/tempurung di dalam dandang kilang kelapa sawit ini telah menghasilkan pencemaran zarah-zarah halus (juga dikenali sebagai abu terbang) yang tidak mampu dikawal oleh alat kawalan pencemaran udara siklon berbilang yang terdapat di kilang tersebut. Mohd. Rashid et.al.¹, telah menunjukkan bahawa 90% daripada abu terbang yang keluar melalui serombong asap kilang tersebut adalah terdiri daripada

zarah yang mempunyai saiz kurang daripada 4.0 mikron dan ini adalah meliputi julat saiz zarah yang dikenali sebagai zarah boleh sedut. Keadaan ini jelas menunjukkan bahawa alat kawalan pencemaran yang sedia ada di kilang tersebut tidak mampu memerangkap zarah submikron ini walaupun pada hematnya alat tersebut mungkin telah berjaya mengawal emisi zarah menurut standard yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar.

Penggunaan Pemendak Elektrostatik (PE) sebagai alat kawalan pencemaran udara sekunder atau sebagai alat alternatif untuk kilang tersebut mungkin bersesuaian. Walau bagaimanapun, keberkesanan penggunaan PE ini banyak bergantung kepada faktor-faktor lain selain daripada faktor utama iaitu keberintangan elektrik abu terbang dari dandang kilang sawit itu sendiri. Oleh itu kajian mengenai keberintangan elektrik abu terbang tersebut perlu diberi perhatian dengan lebih mendalam lagi.

METODOLOGI

Sampel Abu Terbang.

Sampel abu terbang terkumpul di dalam alat kawalan pencemaran udara siklon berbilang, telah diambil secara pukul daripada sebuah kilang memproses buah kelapa sawit yang berupaya memproses 20 ton buah tandan segar sejam. Kadar pemerangkapan abu terbang di dalam siklon berbilang tersebut dianggarkan sebanyak 2 kg/min dan ini menggambarkan emisi pembebasan zarah dari dandang kilang tersebut adalah agak tinggi. Sampel abu terbang kemudian dikeringkan di dalam ketuhar selama 24 jam dan diayak untuk mendapatkan zarah yang bersaiz 63 mikron atau kurang sebelum pengukuran keberintangan dilakukan. Dengan cara ini nilai keberintangan abu terbang yang diperolehi kelak adalah agak hampir dengan nilai keberintangan abu terbang yang terlepas ke atmosfera yang lebih kecil saiz zarahnya.

Pengukuran Keberintangan Elektrik Abu Terbang.

Pengukuran keberintangan elektrik abu terbang telah dilakukan mengikut ASME Power Test Code 28. Determining the Properties of Fine Particulate Matter.² Kaedah standard untuk menentukan nilai keberintangan elektrik zarah halus adalah salah perkara yang terkandung di dalam dokumen tersebut. Walau bagaimanapun, pengukuran keberintangan abu terbang dalam kajian tersebut telah dilakukan pada suhu bilik (32°C) dan bukannya pada 130°C yang disarankan di dalam dokumen tersebut. Alat yang digunakan untuk tujuan ini ditunjukkan dalam Rajah 1. Sampel abu terbang dimuatkan di dalam tukup debu dan diratakan sebelum elektrod diletakkan di atas permukaan sampel tadi. Bekalan voltan tinggi arus terus dinaikkan secara berperingkat-peringkat sehingga titik pencucuhan diperolehi. Pada waktu yang sama nilai arus dicatatkan pada setiap peringkat voltan.

Pengiraan Nilai Keberintangan.

Nilai rintangan (resistance) sampel diperolehi melalui persamaan:

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

di mana R = rintangan sampel, V = voltan dan I = arus yang mengalir melalui sampel. Manakala perkiraan nilai keberintangan ρ ialah:-

$$\rho = \frac{R.L}{A} \dots (2)$$

di mana ρ = keberintangan elektrik bagi sampel (ohm-cm), R = rintangan sampel (ohms), L = ketebalan sampel (cm) dan A = luas permukaan sampel yang bertemu dengan elektrod (cm²). Penerangan lanjut persamaan (2) boleh diperolehi dari kebanyakan buku-buku teks yang berkaitan.

KEPUTUSAN & PERBINCANGAN

Nilai voltan, arus serta ketumpatan arus dan keberintangan elektrik sampel abu terbang dari dandang kilang kelapa sawit diberikan di dalam Jadual 1. Manakala nilai ketumpatan arus berlawanan dengan voltan tersebut digrafkan di dalam Rajah 2. Perhubungan tak linear diantara ketumpatan arus dengan voltan seperti yang terdapat di dalam Rajah 2 ini, adalah satu ciri lazim yang sering diperolehi di dalam kajian keberintangan elektrik bagi kebanyakan sampel debu dan ini termasuklah sampel abu terbang kelapa sawit yang dikaji. Titik pencucuhan (sparking point) bagi sampel abu terbang kelapa sawit ini adalah rendah iaitu dalam lingkungan 2.5 - 3.0 KV manakala ketumpatan arus pada voltan pencucuhan ini adalah agak tinggi. Ini bermakna abu terbang kelapa sawit tersebut adalah di dalam kategori debu yang mempunyai pengaliran elektrik yang tinggi, (iaitu nilai keberintangan elektrik rendah daripada 10¹⁰ ohm-cm).

Kecerunan garis lengkung (Rajah 2) yang berhampiran dengan titik cucuhan tersebut adalah curam menandakan nilai ketumpatan arus menjadi begitu tinggi berbanding dengan nilai tokokan voltan yang kecil. Julat voltan yang kecil (iaitu 1.0 - 2.5 KV) mungkin boleh menimbulkan masalah dalam merekabentuk PE yang sebenar. Walau bagaimanapun, titik pencucuhan ini juga bergantung kepada faktor-faktor lain seperti geometri dan jarak elektrod, kandungan serta suhu udara serombong.

Manakala Rajah 3 dan 4 masing-masing menunjukkan plot diantara arus dan voltan berlawanan dengan nilai keberintangan elektrik abu terbang kelapa sawit tersebut. Sebagaimana telah dinyatakan di atas nilai keberintangan abu terbang kelapa sawit tersebut adalah rendah (4.8 - 9.3 x 10⁵ ohm-cm). Jadual 2 menunjukkan nilai keberintangan untuk beberapa debu yang telah diperolehi dalam literatur sebagai perbandingan. Nilai keberintangan debu yang diambil dari industri-industri tertentu ini juga telah diperolehi di dalam ujikaji makmal.

Perbandingan nilai keberintangan di dalam Jadual 2 jelas menunjukkan bahawa abu terbang kelapa sawit mempunyai nilai keberintangan yang paling rendah jika dibandingkan dengan debu-debu yang lain. Ini kerana mekanisma pengaliran arus adalah berbeza-beza bergantung kepada kandungan dan struktur mineralogi sampel abu tersebut. Kandungan beberapa unsur seperti Fe, Na, K dan Ti yang agak tinggi di dalam abu terbang kelapa sawit yang dilaporkan oleh Mohd. Rashid et al.⁴, mungkin menjadi salah satu faktor yang boleh menyebabkan nilai keberintangan abu terbang tersebut menjadi rendah. Kesan unsur-unsur tersebut (atau gabungan unsur-unsur ini) terhadap nilai keberintangan abu terbang arang batu umpamanya telah dibincangkan secara detil oleh Oglesby dan Nichols⁵. Kandungan karbon yang agak tinggi di dalam sabut (47.2%) dan tempurung (52.4%) kelapa sawit yang telah dilaporkan oleh Azman⁶ juga boleh mempengaruhi nilai keberintangan abu terbang kelapa sawit tersebut. Ini adalah kerana karbon merupakan salah satu bahan pengaliran arus yang baik.

KESIMPULAN

Kajian keberintangan elektrik abu terbang dari dandang kilang kelapa sawit telah dilaporkan di dalam kertas kerja ini. Nilai keberintangan abu terbang kelapa sawit adalah rendah dan ini memungkinkan penggunaan pemendak elektrostatik sebagai alat kawalan pencemaran dalam kilang memproses buah kelapa sawit. Walau bagaimanapun, kesesuaian penggunaan alat kawalan tersebut masih perlu dikaji dengan lebih mendalam lagi untuk menentukan keberkesanannya dalam semua aspek dan ini termasuklah penglibatan kos.

PENGHARGAAN

Setinggi penghargaan kepada Harrisons Malaysian Plantations Berhad di atas kerjasama yang diberikan.

RUJUKAN

1. Mohd. Rashid, M.Y., Ramlan A.A., Azman F.S., Particle Size Characteristics of A Palm Oil Mill Boiler Fly Ash. Paper presented on Seminar on Modern Method of Particle Characterisation - Size Analysis and Zeta Potential. U.T.M. Nov. 1987.
2. "Determining of Properties of Fine Particulate Matter". Power Test Code 28, American Society of Mechanical Engineers. New York 1965.
3. White, H.J. Industrial Electrostatic Precipitation. Addison-Wesley Pub. Co. Inc. 1963.
4. Mohd. Rashid, M.Y., A. Khalik W, Azman F.S. Elemental Composition of Palm Oil Mill Boiler Fly Ash. Asian Environment. No. 4 p. 27 - 30, 1986.

5. Oglesby, Sabert, Jr., Nichols G.B. Electrostatic Precipitation. Marcel Dekker Inc. New York, 1978.
6. Azman, F.S. Estimating Furnace Combustion Temperatures and Heat Losses in Boiler Flues. PORIM Bulletin. 16. p. 10 -20.

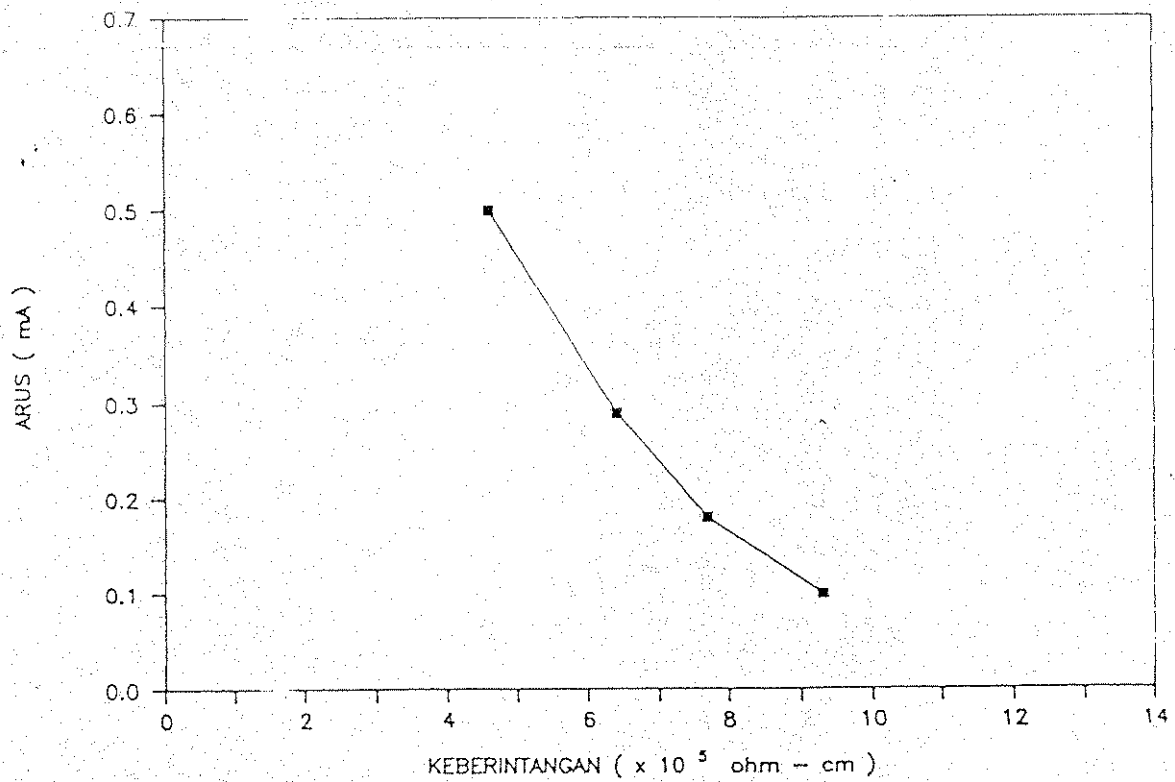
Bibliografi

Mohd. Rashid Mohd. Yusof
B.Sc. Chemistry (1982) Ohio University, Athens
M.Sc. Environmental Engineering (1984)
Illinois Institute of Technology, Chicago

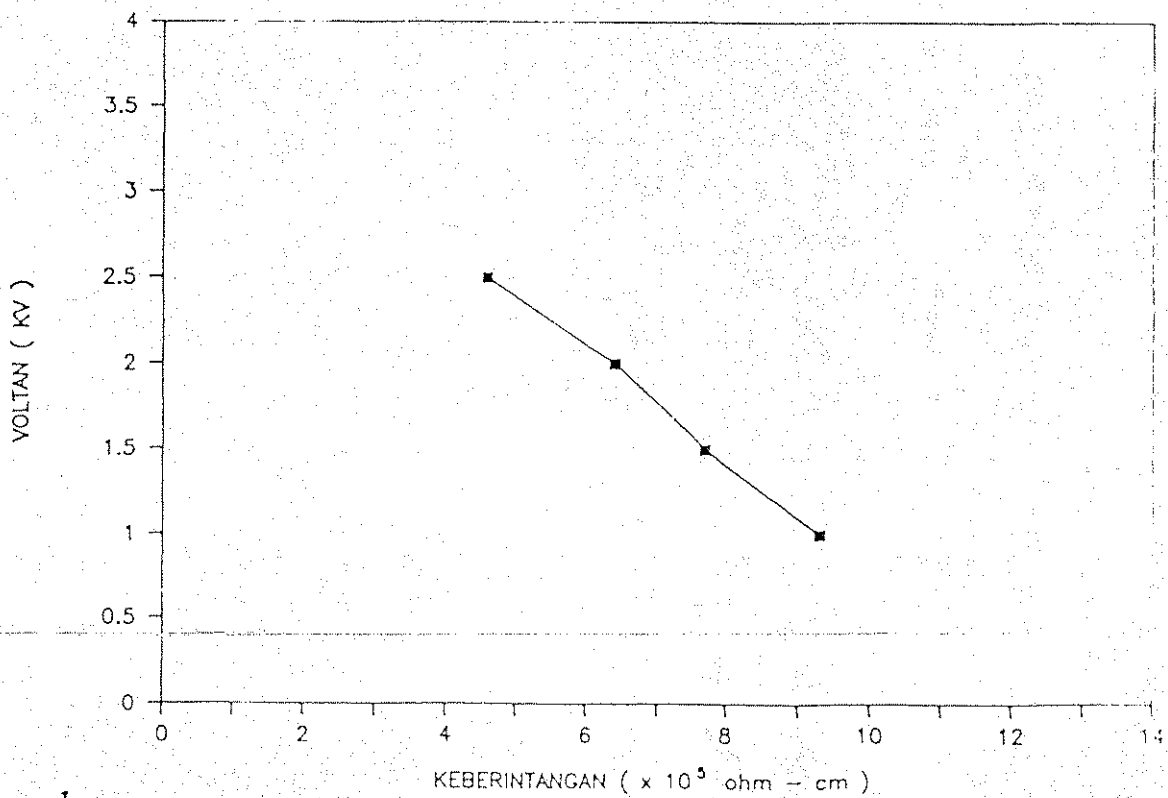
Research Interest: Air Pollution Control.

Wan Mohd. Hanafi Wan Ismail
B. Elect. Eng. (1975) Univ. of Liverpool
M. Sc. Elect. Eng. (1977) Univ. of Nottingham
Ph.D. Elect. Eng. (1986) Univ. of Nottingham

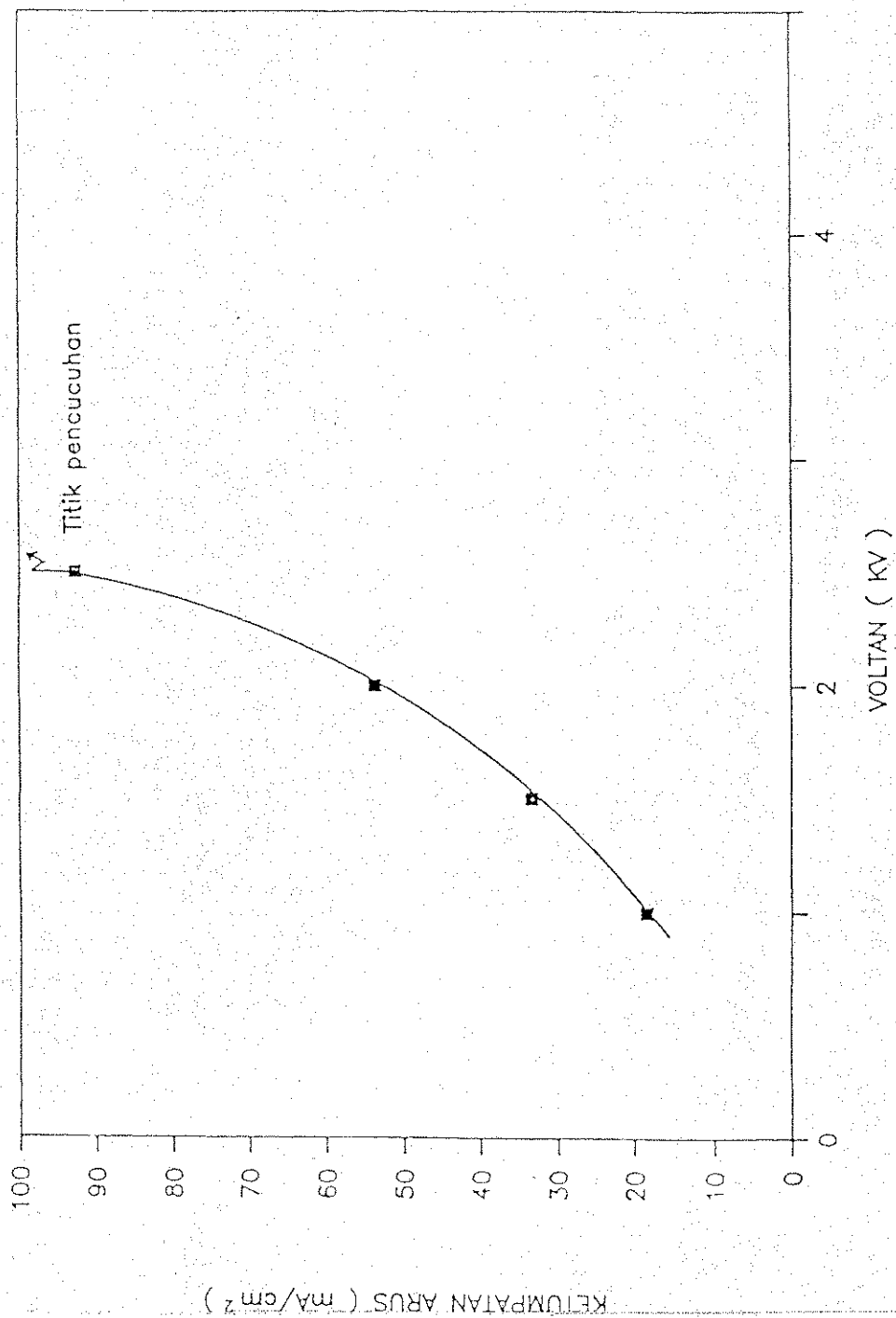
Research Interest : Application of Numerical Studies
on electromagnetic field to electro-
magnetic devices.



RAJAH 3 : Perhubungan Arus-Keberintangan Abu Terbang Kelapa Sawit



RAJAH 4 : Perhubungan Voltan-Keberintangan Abu Terbang Kelapa Sawit



RAJAH 2 : Perhubungan Ketumpatan Arus-Voltan Dalam Pengukuran Keberintangan Abu Terbang

JADUAL 1: Nilai Voltan, Ketumpatan Arus, Arus dan Keberintangan Elektrik Sampel Abu Terbang

Voltan (KV)	Arus (mA)	Ketumpatan Arus (mA/cm ²)	Keberintangan (ohm - cm)
1.0	0.10	18.5	9.3×10^5
1.5	0.18	33.3	7.7×10^5
2.0	0.29	53.7	6.4×10^5
2.5	0.50	92.7	4.8×10^5
*3.0	-	-	-

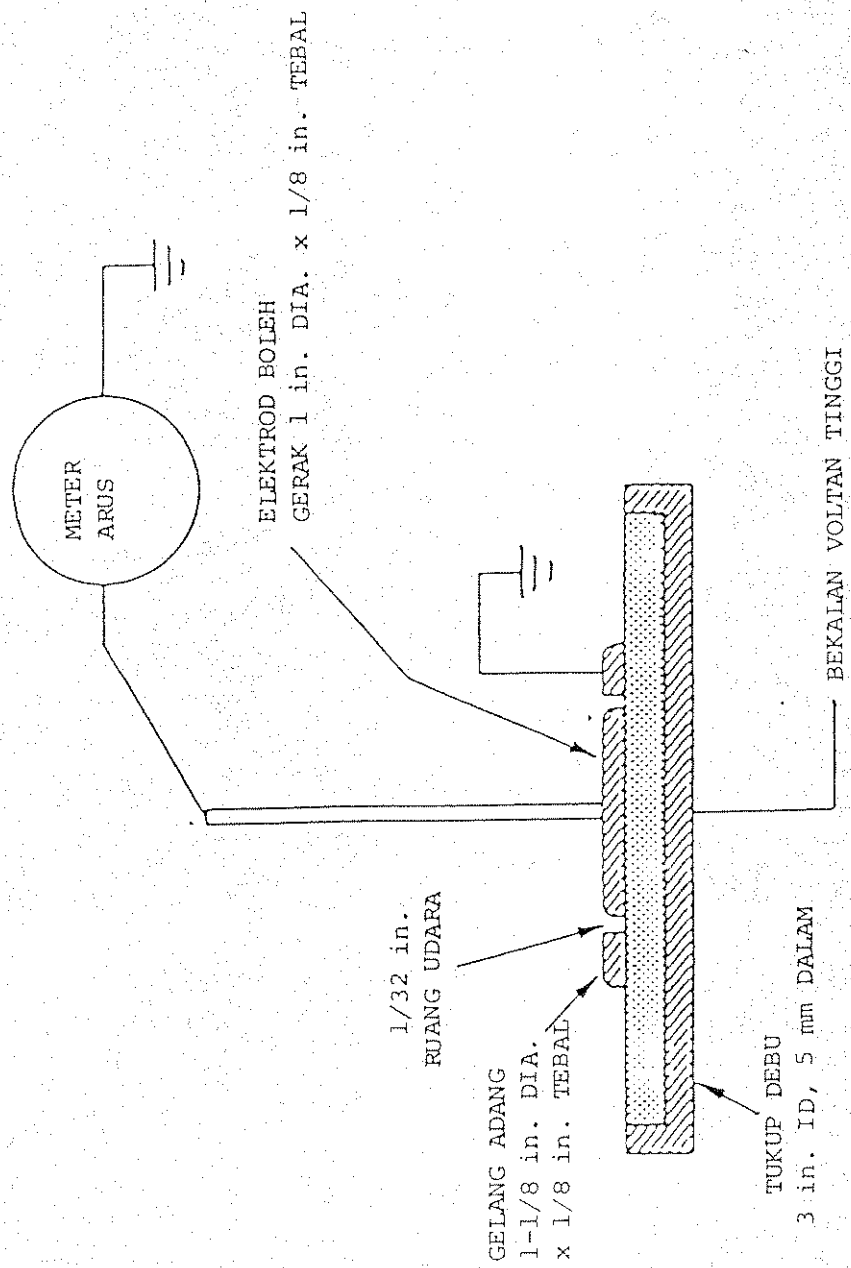
* voltan di mana pencucuhan telah kelihatan

JADUAL 2: Nilai Keberintangan Beberapa Debu Industri³

Debu	Keberintangan* (ohm-cm)
Abu terbang arang batu	$10^8 - 10^{10}$
Debu simen	8×10^7
Kapur	1×10^8
Wasap Alumina	3×10^8
Debu Kromium Oksida	2×10^8
Debu relau terdedah	1×10^8
Debu tanur Nikel oksida	3×10^{10}
Abu terbang kelapa sawit	$4.6 - 9.3 \times 10^{5\#}$

* pada suhu 21°C

// pada suhu 32°C



RAJAH 1 : Alat Pengukuran Keberintangan Elektrik